

Kritik Bacak İskemisinde İnfrapopliteal Anjiyoplasti

Infrapopliteal Angioplasty in Critical Limb Ischemia

Doğan KAHRAMAN,^a
Mustafa ŞIRLAK^b

^aKalp ve Damar Cerrahisi Kliniği,
Medicalpark Hastanesi,

^bKalp ve Damar Cerrahisi AD,
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 22.04.2016
Kabul Tarihi/Accepted: 30.05.2016

Yazışma Adresi/Correspondence:

Doğan KAHRAMAN
Medicalpark Hastanesi,
Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
drdogankahraman@gmail.com

ÖZET Amaç: Rutherford kategori 4 ve üzeri semptomatik belirtileri olan hastalar kritik bacak iskemisi (KBİ) olarak kabul edilmektedir. Kateter ve anjiyografi tekniklerindeki gelişmelere paralel olarak infrapopliteal girişim sayı ve niteliği artmıştır. Ülkemizde infrapopliteal girişimlerin sonuçlarını inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır. **Gereç ve Yöntemler:** Mayıs 2009 ve Haziran 2015 tarihleri arasında infrapopliteal girişim uygulanan 34 kritik bacak iskemisi hastasının sonuçları kesitsel olarak incelendi. **Bulgular:** Toplam 37 ekstremitede bulunan 65 lezyona perkütan transluminal anjiyoplasti (PTA) ilk seçenek tedavi olarak uygulandı. İlk girişim ile revaskülarizasyon oranı %73 olarak gerçekleşirken, 2 yıllık ekstremité kurtarma ve sağ kalım oranı sırasıyla %93 ve %78 olarak gerçekleşti. **Sonuç:** KBİ olgularında cerrahiye eşdeğer sonuçlar elde edilebilen PTA ilk seçenek tedavi olarak düşünülmelidir. Yeni kateterler ve infrapopliteal deneyim artışına paralel olarak gelecekte ilk girişim başarı ve ekstremité kurtarma oranında çok daha iyi sonuçlar elde edilebilecektir.

Anahtar Kelimeler: Anjiyoplasti; bacak; iskemi

ABSTRACT Objective: Ruthetherford category 4 and more severe symptomatic patients are regarded as critical limb ischemia (CLI). Owing to the advances in catheterization equipment and angiography techniques, more aggressive infrapopliteal interventions may be successfully performed. The results of infrapopliteal angioplasty is still debated in CLI patients in our country. **Material and Methods:** Between May 2009 and June 2015, infrapopliteal angioplasty was performed in 34 CLI patients, and cross-sectional results were collected for this study. **Results:** Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) was performed for revascularization of 65 lesions in 37 limbs as the first line treatment option. At first intervention, 73% of the extremities were successfully revascularized. Limb salvage and survey rates at the end of 2 years were calculated as 93% and 78%, respectively. **Conclusion:** Nowadays PTA yields equivalent results to surgery, and it can be applied as the first line therapy in CLI patients. With increased experience in infrapopliteal angioplasty and new catheter technology, better results are expected considering limb salvage and survey in the near future.

Key Words: Angioplasty; leg; ischemia

Damar Cer Derg 2016;25(1):11-6

S ağkalım ve primer açıklık oranları iyi bilinen cerrahi baypas, kritik bacak iskemisi (KBİ) olgularında altın standarttır.¹⁻³ Yıllardır distal arter kalitesi iyi görünen fakat eş hastalığı olan, yaşlı ve otolog greft bulması sorun olabilecek hastalar için infrapopliteal perkütan transluminal anjiyoplasti alternatif bir revaskülarizasyon yöntemi olarak görülmektedir.⁴ Fakat kabul edilmesi gereken bir gerçek de, KBİ'nin yaşlı ve eş hastalığı olan, cerrahi riski yüksek bir grubun hastalığı olmasıdır.⁵⁻⁷ Halen anjiyo-

doi: 10.9739/uvcd.2016-51827

Copyright © 2016 by
Ulusal Vasküler Cerrahi Derneği

grafi laboratuvarında deneyim eksikliği, düşük kalibreli kateter ve kılavuz tellere ulaşımındaki zorluklar, işlem sırasında gelişebilecek komplikasyonların giderilmesi konusundaki sıkıntılar, cerrahi baypası öne çıkarmaktadır.^{2,8} Son yıllarda gelişmiş cihazlar ve yeni teknikler daha distal ve kompleks lezyonlara girişimi düşük komplikasyon oranı ile çözme olasılığı sunmaya başlamıştır.⁹ Ayrıca PTA gelecekte olası bir baypas için safen venin korunması gibi bir avantaja sahiptir.

Biz bu çalışmada KBİ olgularında infraplopliteal anjiyoplastinin primer açıklık ve ekstremitte kurtarmaya katkısı değerlendirildi.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Mayıs 2009 ve Haziran 2015 tarihleri arasında infraplopliteal anjiyoplastinin primer girişim olarak uygulandığı 34 hastanın 37 ekstremitesi KBİ açısından kesitsel olarak incelendi. Rutherford kategori 4 ve üzeri hastalar KBİ kabul edildi.¹⁰ Etik kurul onayı alındıktan sonra demografik ve klinik kayıtlar kaydedildi. Kontrole gelemeyen hastalara telefon ile ulaşılarak çalışma hakkında bilgi verildi ve izlem verileri alındı.

İnfraplopliteal anjiyoplasti için giriş noktası olarak ipsilateral ya da kontrateral ana femoral arter kullanıldı. Kateter manevralarını kısıtlayabilecek kadar obez, kombine ipsilateral ilyak ve/veya femoral girişim gerektiren hastalar dışındaki tüm hastalarda antegrad girişim tercih edildi. 7 F kılıf lokal anesteziyle yerleştirildikten sonra 5000 IU heparin bolus yapıldı ve işlem süresi uzayan olgularda her yarım saatte 2500 IU heparin uygulanarak aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) 200-250 saniye arasında tutuldu. İnfraplopliteal lezyonu geçmek için 0,014 “-0,035” (inch) kılavuz teller kullanıldı. Lezyonun ilk denemede intraluminal geçilemediği durumlarda 0.035” hidrofilik kılavuz tel ile subintimal geçilmesi denendi. Lezyonun geçilebildiği durumlarda 4 veya 5 F kateter distal patent segmente ilerletilerek 0,035” kılavuz tel, 0,014” kılavuz tel ile değiştirildi. PTA uygun çapta (2,5-4 mm) ve uzunlukta balon seçilerek ve 6-10 ATM ile balon dilatasyonu uygulandı. Ipsilateral ilyak, femoral ve popliteal lezyon varlığında bu lezyonlara müdahale aynı seansta yapıldı.

ANJİYOGRAFİK BULGULAR VE KLİNİK SONUÇLAR:

PTA sonrası %30 ve daha az kalıcı stenoz teknik başarı olarak değerlendirilirken, tekrarlayan balon dilatasyonuna rağmen %30-50 arası kalıcı stenoz ve/veya yavaş akım suboptimal sonuç kabul edildi. Primer klinik sonlanım noktası olarak Rutherford kategoride en az bir önceki kategoriye kadar gerileme olarak kabul edildi.¹⁰ Primer açıklık, amputasyon ya da lezyona cerrahi girişim gerektirmeyen ve anjiyografik olarak tekrar girişime gerek duyulmayacak kalıcı açıklık olarak tanımlandı. Major amputasyonun önlenmesi ekstremitte kurtarma olarak tanımlandı. Ayak bileği ve üstü amputasyonlar majör amputasyon, transmetatarsal ve distal seviye amputasyonu minor amputasyon kabul edildi.

İSTATİSTİK

Verilerin analizinde SPSS programı (SPSS 13.0, Chicago, IL, ABD) kullanılmıştır. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma ve kategorik değişkenler frekans ve yüzde olarak gösterilmiştir. İstatistiksel analizde Fisher’in ki kare testi kullanılmıştır. 0,05’den küçük p değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

HASTALARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Hastaların demografik verileri Tablo 1’de gösterilmiştir. Hasta grubu 29 erkek ve 5 kadından oluşmaktaydı, ve ortalama yaşları $63,1 \pm 12,8$ yıl idi. Yirmi iki hastada (%65) hipertansiyon, 25 hastada (%74) diyabet, 2 hastada serebrovasküler olay (SVO) (%6), 3 hastada kronik böbrek yetmezliği (%9), ve 14 hastada (%41) koroner arter hastalığı gibi yandaş hastalıklar vardı. Hastaların 29’u (%85) sigara kullanmaktaydı. İşlem sırasında 37 ekstremitenin 16’sı (%47) Rutherford kategori 4, 10’u (%24) kategori 5 ve 11’i (%32) kategori 6 olarak sınıflandırıldı.

ANJİYOGRAFİK BULGULAR

Hastaların anjiyografik görünimleri Tablo 2’de özetlenmiştir. Otuz dört hastanın 37 KBİ’li ekstremitesindeki toplam 65 lezyona müdahale edildi. Anterior tibial arter en çok müdahale edilen damar oldu, ve lezyonların %52’si total oklüzyon şeklin-

TABLO 1: Çalışmaya dahil edilen hastaların demografik verileri.

	n	%
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	29/5	85/15
Hipertansiyon	22	65
Diyabet	25	74
Koroner arter hastalığı	14	41
Serebrovasküler olay	2	6
Kronik böbrek yetmezliği	3	9
Sigara	29	85
Ruherford kategori 4	16	47
Ruherford kategori 5	10	29
Ruherford kategori 6	11	32

deydi. Eş zamanlı ipsilateral proksimal girişim (iliyak ve yüzeyel femoral arter) hastaların %51'inde uygulandı. Yüzeyel femoral arter, eş zamanlı ipsilateral girişimlerin en sık yapıldığı damar oldu (%35). Yirmi dört (%65) ekstremiteye antegrad giriş yapılırken, 10 (%27) bacakta suboptimal sonuç elde edildi (Resim 1). İlk balon dilatasyonu girişiminde başarı ile açılan 27 (%73) bacağın işlem bitiminde yapılan kontrol anjiyografisi sırasında 6 (%22) bacakta suboptimal sonuç olduğu görüldü, ve bu tür darlıkların sert ve yaygın kalsifiye olduğu değerlendirildi. Teknik olarak başarısız kabul edilen 10 işlemin 2 tanesi kılavuz tel geçilmesine rağmen ilerletilemeyen balon kateteri, 7 tanesi ciddi kalsifikasyondan dolayı subintimal dahi geçilemeyen lezyonlar, ve 1 tanesi de arter rüptüründen oluşmaktaydı. Acil cerrahi girişim gerektiren majör

komplikasyon görülmüdü. Plak embolisi, rüptür ve akımı kısıtlayıcı diseksiyon gibi minör komplikasyonlar 6 bacakta görüldürken, bunların tamamı konservatif tedavi, stent yerleştirilmesi ve elektif cerrahi ile çözümlendi. Elastik recoil ve diseksiyona bağlı akım kısıtlayıcı lezyonlardan dolayı 3 vakaya stent yerleştirildi. Stentlerin tamamı çıplak metal koroner stentlerdi. Stentlerin 2 tanesi anterior tibial artere ve 1 tanesi peroneal artere implante edildi.

KLINİK SONUÇLAR

Hastaların klinik sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Primer klinik başarıya 27 (%73) bacakta ulaşırlırken, 10 bacakta gangren kalıcı oldu ve 3 bacakta ağrının devam ettiği gözlemlendi. İzlem süresi ortalama 28 ay (4-46 ay) oldu. Takip süresince 3 bacakta (%8) majör amputasyon, 13 (%35) bacakta minör amputasyon (Resim 2), 13 (%35) bacakta cerrahi baypas, ve 3 (%8) hastada tekrar PTA yapıldı. Toplamda klinik başarıya ulaşılan 27 hastanın 11 tanesine ilaçlı balon, 16 tanesine ilaçsız balon kullanıldı. İlk girişimi teknik olarak başarılı olan 27 kritik bacak iskemili bacakta 2 yıllık primer açıklık %67 ve ekstremitte kurtarma oranı %95 olarak saptandı (Şekil 1). İlaç kaplı ve ilaçsız balon kullanıma bağlı 2 yıllık primer açıklık (sırasıyla %69 [11/16] ve %64 [7/11]; $\chi^2=0,08$, $p=1,00$) ve ekstremitte kurtarma (sırasıyla %94 ve %82; $\chi^2=0,94$, $p=0,549$) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark görülmüdü. İki yıllık sağ kalım %76 olarak gerçekleşti. Takip süresinde kaybedilen 8



RESİM 1: İnfrapopliteal anjiyoplasti uygulanan anterior tibial arterin balon dilatasyonu öncesi (a) ve sonrası (b) anjiyografik görünümü. Posterior tibial arterde suboptimal sonuç elde edilmiştir.

TABLO 2: İnfraplopliteyal girişim verileri ve klinik sonuçları.

	n	%
Ekstremité	37	
Lezyon sayısı	65	
Girişim şekli		
Antegrad	24	65
Retrograd	13	35
Eşzamanlı diğer arterler		
İliak	3	8
Süperf femoral	13	35
Popliteal	8	22
Total okluzyon	34	52
Kritik darlık	31	48
Lezyon yeri		
Anterior tibial arter	41	63
Posterior tibial arter	17	26
Peroneal arter	7	11
Komplikasyonlar		
Rüptür	2	6
Diseksiyon	3	8
Emboli	1	3
İşlem sonuçları		
İlk girişim başarısı	27	73
Tekrar PTA	3	8
Cerrahi	13	35
Major amputasyon	3	8
Minor amputasyon	13	35
2 yıllık açıklık	18	67
2 yıllık ekstremité kurtarma	25	93
2 yıllık sağkalım	29	78

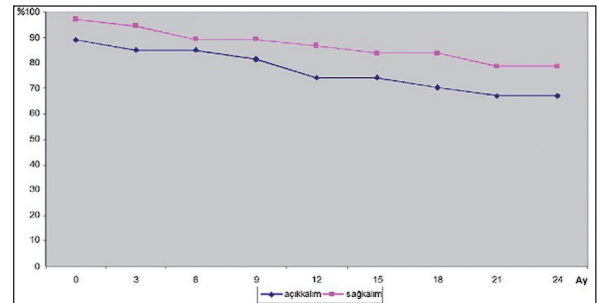
PTA: Perkütan transluminal anjiyoplasti.

**RESİM 2:** Sağ dizaltı amputasyon önerilen hastaya infraplopliteal anjiyoplastiden 3 hafta sonra uygulanan minör amputasyon.

hastanın ölüm nedenleri miyokard enfarktüsü (n=4), SVO (n=2), solunum yetmezliği (n=1) ve böbrek yetmezliği (n=1) olarak saptandı.

TARTIŞMA

BASIL çalışması anjiyoplasti ve cerrahi baypas yapılan hastaların kısa dönem takiplerinde mortalite ve amputasyon açısından her iki grup arasında fark olmadığını vurgular.¹¹ Ancak KBİ olgularında anjiyoplasti yapılan hastaların büyük bir bölümü femoroplopliteyal ve proksimal segment arterlerinin lezyonlarına perkütan ve cerrahi girişim uygulanan hastalardır.¹¹ İnfraplopliteyal lezyonlara yapılan perkütan girişimleri kapsayan çalışmalar az sayıda olmakla birlikte, teknik zorlukları ve düşük açıklık oranlarını gösteren tablolar çizmektedirler.^{12,13} Kateteter ve anjiyografi teknolojisinde yeni gelişmelerle birlikte klinik deneyimlerin artması daha cesur infraplopliteal girişimlerin yapılmasına fırsat verirken, baypasa denk klinik sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır.⁹ İnfraplopliteyal anjiyoplasti ile cerrahi baypasın karşılaştırıldığı bir meta-analizde de bizim çalışmamızda olduğu gibi her iki yöntemin ekstremité kurtarma oranları benzer çıkmıştır.¹⁴ Göreceli düşük teknik başarı oranı (%73), suboptimal açıklık oranının yüksekliğine bağlanabilir (%22). Yaygın ve ciddi kalsifikasyonlar çoğunlukla suboptimal açıklık ile sonuçlanmaktadır, ve tekrarlayan balon dilatasyonuna rağmen %30-50 kalıcı stenoz görülmektedir. Bu tür lezyonlara stent implantasyonu gibi destekleyici girişimde bulunulmamıştır. KBİ'ye neden olan kompleks ve yaygın infraplopliteal lezyonlarda staza bağlı trombus formasyonu ve stent kırılması riski olduğu için, stent yerleştirmek tercih edilen bir yöntem değildir.¹⁵⁻¹⁷ Diğer taraftan koroner stentlerdeki gelişime paralel olarak distal krural arterlere stent girişimleri de etkilenmiştir. Çalışmalarda, stentle sonuçlanan in-

**ŞEKİL 1:** Başarılı ilk girişim anjiyoplasti sonrası hastaların sağkalım ve açıklık grafikleri.

frapopliteal anjiyoplastiler hayat kalitesini kısıtlayan kludikasyon tedavisi için etkili bulunurken, ilaç salınımlı stentlerin çıplak metal stentlere oranla restenoz ve tekrarlayan girişim riskinde anlamlı bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir.^{12,18,19} Bu açıdan daha agresif stent kullanımının klinik sonuçları iyileştireceği kanısı makul görünmektedir. Fakat bizim çalışmamızda 2 yıllık sağkalım ve 2 yıllık primer açıklık oranları dikkate alındığında, ilaçlı balon kullanılan grupta istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturacak iyileşme görülmemektedir. Olgu sayımızın sınırlı olması ilaçlı balonlar konusunda yorum yapmayı güçleştirmektedir. Bu nedenle uzun dönem izlem sonuçlarının yer alacağı geniş olgu sayısını içeren yeni çalışmalara gereksinim vardır, ve yeni verilerle ilaçlı balonların tedavi maliyetleri üzerine etkisi de değerlendirilebilecektir. BASIL çalışmasına katılan hastaların çoğu infrainguinal baypas ve ya balon anjiyoplastiye uygun olmasına rağmen, bir çok hasta cerrahi baypas için uygun değildi ve kritik bacak iskemisi nedeniyle amputasyona gitti. Kateter bazlı anjiyoplasti işlemlerinin ana amacının distal akımı iyileştirerek amputasyon oranını düşürmek ve yara iyileşmesini hızlandırmak olduğu göz önünde bulundurulursa, majör amputasyon olasılığı olan KBİ hastalarında ilk tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir.¹¹⁻¹⁶ İki yıllık sağ kalım oranının %76 olduğu çalışmamızda mortalitenin en sık nedeni, periferik vasküler hastalıklar ile ilişkisi yüksek olan miyokard enfarktüsü olmuştur. Dolayısıyla düşük sağkalım beklentisi olan KBİ'de ekstremite koruma ve semptomatik iyileşme, salt hayat kalitesini arttırmaktan daha fazla önem taşımaktadır.^{9,12} Bu nedenle yüksek cerrahi risk veri-

len, eşlik eden hastalığı olan KBİ hastalarında infrapopliteal anjiyoplastinin daha az invaziv ve yenilenebilen bir stratejik yaklaşım olarak öne çıkabileceğini düşünüyoruz.

Sayısal açıdan küçük bir grubun sonuçlarını içeren bu çalışmamız bir takım sınırlamalar içermektedir: İlk olarak; semptomatik açıdan iyilik hali oluşan hastaların büyük çoğunluğu kontrol anjiyografi, tomografi ya da Doppler ultrasonografi tetkiklerini yaptırmaya ikna edilemediği için işlem sonrası asemptomatik ekstremiteler primer açıklık olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle objektif olarak kanıtlanmış primer açıklık değerlendirilememektedir. En azından anke/brachial indeks ve Doppler ultrasonografi gibi basit kontrol yöntemlerinin düzenli yapıldığı uzun dönemli prospektif çalışmalara gereksinim vardır. İkincisi, KBİ hastalarının tamamına işlem sonrası silastazol ve antiagregan tedavi başlanmıştır ve asemptomatik grubun iyilik halinin girişime mi yoksa medikasyona mı bağlı olduğunun kesin olarak ayırt edilmesi güçtür. Son olarak, hasta grubunun yarısına eş zamanlı proksimal arteriyel girişim de yapıldığı için semptomatik iyileşmeye sadece proksimal revaskülarizasyonun sağladığı katkının ağırlığı bilinmemektedir.

Sonuç olarak, infrapopliteal anjiyoplasti primer açıklık ve ekstremite kurtarmada iyi klinik sonuçlara sahiptir ve KBİ'li hastalarda erişilebilir bir ilk seçenek tedavi olarak görülebilir. Teknik olarak zor bir bölge olmasına karşın yeni geliştirilen cihazlarla uygulanan daha agresif girişimlerle ve klinik deneyim arttıkça çok daha iyi sonuçların alınacağını söyleyebiliriz

KAYNAKLAR

1. Simons JP, Goodney PP, Flahive J, Hoel AW, Hallett JW, Kraiss LW, et al. A comparative evaluation of risk-adjustment models for benchmarking amputation-free survival after lower extremity bypass. *J Vasc Surg* 2016;63(4):990-7.
2. Conte MS. Bypass versus Angioplasty in Severe Ischaemia of the Leg (BASIL) and the (hoped for) dawn of evidence-based treatment for advanced limb ischemia. *J Vasc Surg* 2010;51(5Suppl):69S-75S.
3. Schreve MA, Minnee RC, Bosma J, Leijdekkers VJ, Idu MM, Vahl AC. Comparative study of venous arterialization and pedal bypass in a patient cohort with critical limb ischemia. *Ann Vasc Surg* 2014;28(5):1123-7.
4. Avgerinos ED, Sachdev U, Naddaf A, Douced DR, Mohapatra A, Leers SA, et al. Autologous alternative veins may not provide better outcomes than prosthetic conduits for below-knee bypass when great saphenous vein is unavailable. *J Vasc Surg* 2015;62(2):385-91.
5. Faglia E, Clerici G, Scatena A, Caminiti M, Curci V, Prisco M, et al. Severity of demographic and clinical characteristics, revascularization feasibility, major amputation, and mortality rate in diabetic patients admitted to a tertiary diabetic foot center for critical limb ischemia: comparison of 2 cohorts recruited at a 10-year distance. *Ann Vasc Surg* 2014;28(7):1729-36.

6. Bisdas T, Borowski M, Torsello G, First-Line Treatments in Patients With Critical Limb Ischemia (CRITISCH) Collaborators. Current practice of first-line treatment strategies in patient with critical limb ischemia. *J Vasc Surg*. 2015;62(4):965-73.
7. Plecha FR, Bertin VJ, Plecha EJ, Avellone JC, Farrell CJ, Hertzner NR, et al. The early results of vascular surgery in patients 75 years of age or older: an analysis of 3259 cases. *J Vasc Surg* 1985;2(6):769-74.
8. Söderström MI, Arvela EM, Korhonen M, Halmesmäki KH, Albäck AN, Biancari F, et al. Infrapopliteal percutaneous transluminal angioplasty versus bypass surgery as first-line strategies in critical leg ischemia: a propensity score analysis. *Ann Surg* 2010;252(5):765-73.
9. Shishehbor MH. Acute and critical limb ischemia: when time is limb. *Cleve Clin J Med* 2014;81(4):209-16.
10. Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. *J Vasc Surg* 1997;26(3):517-38.
11. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, Bell J, Bradbury AW, Forbes JF, et al. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg(BASIL): multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366(9501):1925-34.
12. Lo RC, Darling J, Bensley RP, Giles KA, Dahlberg SE, Hamdan AD, et al. Outcomes following infrapopliteal angioplasty for critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2013;57(6):1455-63.
13. Conrad MF, Kang J, Cambria RP, Brewster DC, Watkins MT, Kwolek CJ, et al. Infrapopliteal balloon angioplasty for the treatment of chronic occlusive disease. *J Vasc Surg* 2009;50(4):799-805.
14. Fu X, Zhang Z, Liang K, Shi S, Wang G, Zhang Kü et al. Angioplasty versus bypass surgery in patients with critical limb ischemia- a meta-analysis. *Int J Clin Exp Medü*. 2015;8(7):10595-602.
15. Romiti M, Albers M, Brochado-Neto FC, Durazzo AE, Pereira CA, De Luccia N. Meta-analysis of infrapopliteal angioplasty for chronic critical limb ischemia. *J Vasc Surg* 2008;47(5):975-81.
16. Haider SN, Kavanagh EG, Forlee M, Colgan MP, Madhavan P, Moore DJ, et al. Two-year outcome with preferential use of infrainguinal angioplasty for critical ischemia. *J Vasc Surg* 2006;43(3):504-12.
17. Iida O, Soga Y, Kawasaki D, Hirano K, Yamaoka T, Suzuki K, et al. Angiographic restenosis and its clinical impact after infrapopliteal angioplasty. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2012;44(4):425-31.
18. Rastan A, Tepe G, Krankenberg H, Zahorsky R, Beschoner U, Noory E, et al. Sirolimus-eluting stents vs. bare-metal stents for treatment of focal lesions in infrapopliteal arteries: a double-blind, multi-centre, randomized clinical trial. *Eur Heart J* 2011;32(18):2274-81.
19. Spreen MI, Martens JM, Hansen BE, Knippenberg B, Verhey E, van Dijk LC, et al. Percutaneous Transluminal Angioplasty and Drug-Eluting Stents for Infrapopliteal Lesions in Critical Limb Ischemia (PADI) Trial. *Circ Cardiovasc Interv* 2016;9(2):e 002376.